

*На правах рукописи*



**Смирнова Татьяна Валерьевна**

**СОКРАЩЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ОСНОВ К ТКАЧЕСТВУ  
НА СНОВАЛЬНО – ШЛИХТОВАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ**

05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных  
материалов и сырья

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Иваново - 2015

Работа выполнена на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» (ИВГПУ).

Научный руководитель: **Маховер Валерий Львович**,  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Брут-Бруляко Альберт Борисович**,  
доктор технических наук, профессор,  
ФГБОУ ВПО «Костромской государственный  
технологический университет»,  
старший научный сотрудник  
научно-исследовательского сектора

**Панин Иван Николаевич**,  
доктор технических наук, профессор,  
ООО «Нефтегазовые технологии МИФИ»  
(г. Дмитровград), старший научный сотрудник

Ведущая организация: **ОАО «Научно-исследовательский институт  
технических тканей» (НИИТТ), г. Ярославль**

Защита состоится «18» февраля 2016 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.355.02 на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» по адресу: 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 21, ауд. ГШ-235 (корпус Текстильного института).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»: [www.ivgpu.com](http://www.ivgpu.com).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор технических наук, проф.



Е.Н.Никифорова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность избранной темы.** В условиях рыночных отношений и возрастающей конкуренции особо важное значение для промышленности приобретает сокращение производственного цикла, улучшение качества продукции, снижение удельных затрат трудовых, сырьевых и энергетических ресурсов.

В ткацком производстве, где занято более половины всех работающих в текстильной промышленности, технология подготовки пряжи к ткачеству является прерывной. Благодаря созданию пневмомеханических пряжильных машин и машин ПК-100, на многих предприятиях хлопчатобумажной отрасли удалось ликвидировать мотальный переход. Однако процессы снования и шлихтования до сих пор осуществляются раздельно.

При разработке известных конструкций сновально-шлихтовальных агрегатов (фирмы «Tsudakoma», ГрузНИИТП, ЦНИИЛВ, ЦНИХБИ и др.) авторы стремились исключить процесс партионного снования путем шлихтования нитей основы непосредственно со шпулярика. При большом числе нитей основы в разных вариантах агрегирования это приводило либо к чрезмерно большим габаритам шпулярика, либо к необходимости проведения дополнительного процесса перегонки шлихтованных нитей с валов на один ткацкий навой, либо к объединению на ткацком станке секционных навоев, увеличивающих бугристость намотки и неоднородность нитей. Ввиду указанных недостатков, а также из-за неудобства обслуживания, снижения производительности процесса и качества ошлихтованных основ такие сновально-шлихтовальные агрегаты в настоящее время не используются.

Наряду с известными вариантами сновально-шлихтовальных агрегатов на кафедре ткачества Ивановской государственной текстильной академии (ИГТА, с 22.04.2013 – ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (ИВГПУ)) предложено устройство, защищенное патентом РФ № 1541320. Основное отличие данного агрегата от других заключается в том, что нити основы сматываются не только с бобин шпулярика, но и с одного сновального вала. Это позволяет при определенных условиях осуществлять не полное, а частичное сокращение процесса партионного снования. Наличие сновального вала в агрегате дает возможность уменьшить глубину шпулярика. При этом существенно снижаются отходы пряжи по сравнению с обычной (классической) технологией. Однако детальные исследования сновально-шлихтовального агрегата ИГТА (далее по тексту сновально-шлихтовальный агрегат) для осуществления сокращенной технологии подготовки основных нитей к ткачеству не проводились. Технологические и организационные условия использования агрегата отсутствуют, что сдерживает применение его в ткацком производстве и свидетельствует о недостаточной **степени разработанности избранной темы.** Таким образом, тема данного исследования является актуальной.

**Целью настоящего исследования** является разработка, проектирование и обоснование эффективности сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате.

Для достижения поставленной цели в работе **решены следующие научные и технические задачи:**

1. Усовершенствована схема заправки нитей основы на сновально-шлихтовальном агрегате и определены рабочие операции по его обслуживанию.
2. Предложена оценка величины сокращения процесса партионного снования. Показано, что процент этого сокращения не может превышать определенные пределы.
3. Исследованы условия сопряженности паковок и разработана методика расчета сопряженности при подготовке основ на сновально-шлихтовальном агрегате.
4. Для поддержания натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, постоянным и равным натяжению нитей, идущих с бобин шпулярика агрегата, предложено использовать специальное тормозное устройство.
5. Разработана методика определения технологических параметров сновально-шлихтовального агрегата, включающая в себя:

- формулы расчета скорости процесса подготовки основ;
- алгоритм расчета параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой;
- регрессионные математические модели для натяжения нитей, сматывающихся с бобин шпулярника;

- методику расчета параметров настройки тормозной системы сновального вала.

6. Предложена методика расчета отходов пряжи при подготовке основ по сокращенной технологии.

7. Получена методика расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата. Она содержит:

- расчетные формулы для определения времени выполнения каждой операции на агрегате при наработке ткацкого навоя и общую формулу для расчета производительности агрегата;
- условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

8. Разработана методика расчета сопряженности оборудования, позволяющая определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;
- количество ткацких станков для полной загрузки одной сновальной машины.

9. Путем сравнительного анализа применения сокращенной и традиционной технологии подготовки основ определены условия эффективного использования сновально-шлихтовальных агрегатов.

Решение указанных задач соответствует направлению научных исследований текстильного института ИВГПУ по совершенствованию техники и технологии ткацкого производства.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в научном обосновании сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате и в создании общей методики ее проектирования.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Предложен способ оценки степени сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата. Показано, что величина этого сокращения не может превышать определенного расчетного значения.

2. Установлено, что в зависимости от характера выполнения условий сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате возможны два способа расчета их сопряженности, представленные в виде общей методики.

3. Для характеристики условий наработки ткацких навоев при срабатывании разных ставок бобин предложена технологическая карта сновально-шлихтовального агрегата, устанавливающая порядок наработки навоев и смены очередного сновального вала.

4. Доказано, что характерной особенностью указанной технологической карты является наличие периода (или раппорта) ставок шпулярника агрегата. Получены формулы для расчета периода ставок, количества наработанных за этот период ткацких навоев и числа сработанных на агрегате сновальных валов.

5. Для определения технологических параметров сновально-шлихтовального агрегата впервые получены формулы расчета скорости шлихтования нитей на агрегате, которая равна скорости процесса подготовки основ.

6. Разработаны методики расчета:

- производительности сновально-шлихтовального агрегата с использованием обобщенных формул для определения затрат времени на технологически необходимые операции по его обслуживанию;

- оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата при определенных условиях его оптимизации;

- отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате.

7. Проанализированы различные режимы работы и варианты сопряженности оборудования в ткацком производстве при использовании сновально-шлихтовальных агрегатов, в резуль-

тате чего получены условия наиболее эффективного их применения по сравнению с обычной (традиционной) технологией.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В результате проведенных исследований разработана сокращенная технология подготовки основной пряжи к ткачеству на сновально-шлихтовальном агрегате, включающая в себя научное обоснование, методику проектирования параметров и условия ее наиболее эффективного использования.

Усовершенствованная схема заправки нитей на сновально-шлихтовальном агрегате позволяет определить рабочие операции по его обслуживанию и в конечном итоге рассчитать и оптимизировать производительность сновально-шлихтовального агрегата с учетом сопряженности паковок и оценки величины сокращения процесса партионного снования.

Общая методика расчета сопряженности паковок, формулы для определения скорости подготовки основ, регрессионные математические модели для натяжения нитей, сматывающихся с бобин шпулярника, алгоритм (порядок) расчета параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой дают возможность установить на сновально-шлихтовальном агрегате необходимый технологический режим. Применение предложенного в работе специального тормозного устройства и методики расчета его параметров позволяет согласовать уровень натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, с натяжением нитей, идущих с бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата.

Методики расчета отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате и его производительности дают возможность оценить снижение отходов пряжи по сравнению с традиционной технологией, а также при определенных условиях рассчитать оптимальную ставку бобин в шпулярнике агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность. С помощью полученной в диссертации обобщенной методики расчета сопряженности оборудования при использовании сновально-шлихтовальных агрегатов можно определить наиболее эффективные варианты сокращенной технологии с точки зрения загрузки оборудования и производительности процесса.

Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов образуется за счет уменьшения количества сновальных машин, сокращения числа сновальщиц, а также экономии сырья на отходах.

Практически все полученные теоретические зависимости и методики расчета параметров сокращенной технологии, необходимые для организации работы сновально-шлихтовальных агрегатов, опубликованы в научных статьях и в материалах научно-технических конференций, которые используются НИИ, вузами, научными работниками и студентами в соответствующих научных исследованиях и инженерных расчетах.

Результаты исследований автора внедрены в учебный процесс текстильного института ИВГПУ при подготовке бакалавров по направлению 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий и магистров по направлению 29.04.02 Технологии и проектирование текстильных изделий (при чтении лекций, в лабораторных работах, в курсовом проектировании и при выполнении ВКР).

**Методология и методы диссертационного исследования.** Решение поставленных задач осуществлялось с применением теоретических и экспериментальных методов. При теоретических исследованиях использовались методы алгебры, математического анализа, элементы теоретической механики, основы проектирования, организации и нормирования технологических процессов ткацкого производства.

Объектом и предметом исследования является технологический процесс на сновально-шлихтовальном агрегате, содержащем шлихтовальную машину барабанной сушки типа ШБ-11/140, секции шпулярника Ш-616-2 с цилиндрическими бобинами пневмомеханического прядения и стойку со сновальным валом, сформированным на сновальной машине типа СП-140.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях методом физического моделирования на специально изготовленном стенде с применением промышленного тензометра МТ 311 ЗАО «Метротекс». Использовалось математическое планирование и анализ факторного эксперимента. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на компью-

тере с помощью методов теории вероятностей и математической статистики.

Разработанные в диссертации общие методики расчета параметров и анализ сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству рассмотрены на примере проектирования процесса для выработки хлопчатобумажных тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 соответственно на рапирных и пневматических ткацких станках.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата, рабочие операции по его обслуживанию и ассортиментные возможности.

2. Методика расчета сопряженности паковок и оценка степени сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата.

3. Совокупность математических моделей и аналитических зависимостей, позволяющих определять скорость шлихтования, параметры процессов проклеивания и сушки пряжи, натяжение нитей и другие условия реализации сокращенной технологии.

4. Методика расчета производительности процесса на сновально-шлихтовальном агрегате, а также условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

5. Методика и результаты сравнительного анализа применения сокращенной и традиционной технологии подготовки основ к ткачеству.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** Обоснованность и достоверность теоретических и методических разработок обеспечена применением современных методов сбора и обработки исходных данных, выполнением проверочных расчетов и получением адекватных математических моделей по результатам эксперимента. Материалы по теме диссертации докладывались и получили положительную оценку:

- на международных научно-технических конференциях «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс)», (Иваново, 2007, 2008, 2010 гг.);

- межвузовских научно-технических конференциях «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск)» (Иваново, 2006, 2009, гг.) и «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск)» (Иваново, 2014 г.);

- расширенном заседании кафедры технологии текстильных изделий ИВГПУ (Иваново, ноябрь 2014 г.) и кафедры технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ (Иваново, февраль 2015 г.).

**Публикации.** Основные результаты выполненных исследований опубликованы в 21 печатной работе, в их числе 9 статей в журнале «Изв. вузов. Технология текстильной промышленности», рекомендуемом ВАК РФ для изложения основных научных результатов диссертации, патент на полезную модель и 11 тезисов докладов в сборниках материалов научно-технических конференций различного уровня (г. Москва, г. Иваново, г. Санкт – Петербург, г. Димитровград). Доля соискателя в опубликованных с соавторами работах по теме диссертации составляет от 30 до 70 %.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов с выводами после каждого, итогов выполненного исследования, рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы, список литературы содержит 62 наименования. Работа включает 25 рисунков, 43 таблицы и 5 приложений. Общий объем составляет 185 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении обоснована актуальность избранной темы, степень ее разработанности, определены цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы и методы диссертационного исследования. Приведены положения, выносимые на защиту, показана степень достоверности и апробация результатов.*

*В первом разделе выполнен литературный обзор разработок по агрегированию процессов снования и шлихтования.*

Проанализирован и обобщен опыт применения известных конструкций сновально-шлихтовальных агрегатов (фирмы «Tsudakoma», ГрузНИИТП, ЦНИИЛВ, ЦНИХБИ) и сокращенных способов подготовки основной пряжи к ткачеству (работы С.Г. Горицкого, П.В. Лиманускаса, Р.И. Вахромеевой, В.В. Рогозина и других ученых).

При разработке известных конструкций сновально-шлихтовальных агрегатов авторы стремились целиком исключить процесс партионного снования. При большом числе нитей в основе при разных вариантах агрегирования это приводило либо к чрезмерно большим габаритам шпулярника, либо к необходимости проведения дополнительного процесса перегонки шлихтованных нитей с валов на один общий ткацкий навой, либо к объединению на ткацком станке секционных навоев, повышающих бугристость намотки и неоднородность нитей. Из-за неудобства обслуживания, снижения качества ошлихтованных основ и производительности процесса указанные сновально-шлихтовальные агрегаты в настоящее время не используются.

Сновально-шлихтовальный агрегат для сокращенной технологии при определенных условиях реализует наиболее предпочтительный способ агрегирования шлихтовальной машины со шпулярником, так как за счет включения в него сновального вала решается компромиссная задача не полного, а частичного сокращения процесса партионного снования. Агрегат сочетает в себе элементы обычной (классической) и новой (сокращенной) технологий подготовки основ к ткачеству. Использование в сновально-шлихтовальном агрегате частично сокращенной технологии позволяет при приемлемой глубине шпулярника существенно (в разы) уменьшить отходы пряжи по сравнению с классической технологией, когда определенная длина нитей остается на недоработанных сновальных валах.

Однако технологические и организационные условия сокращенной подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате применительно к выработке разных артикулов тканей в литературе отсутствуют, что сдерживает его использование в ткацком производстве.

На основании проведенного анализа литературных источников сформулированы указанные во введении цель и задачи исследования, решаемые в диссертационной работе.

**Во втором разделе на основе патента РФ № 1541320 предложена технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата. Установлен порядок обслуживания агрегата и определены его ассортиментные возможности, разработана методика расчета сопряженности паковок.**

Сновально-шлихтовальный агрегат позволяет сократить процесс снования пряжи в подготовительном отделе ткацкого производства. На рисунке 1 приведена структурная схема подготовки основ с применением сновально-шлихтовального агрегата.

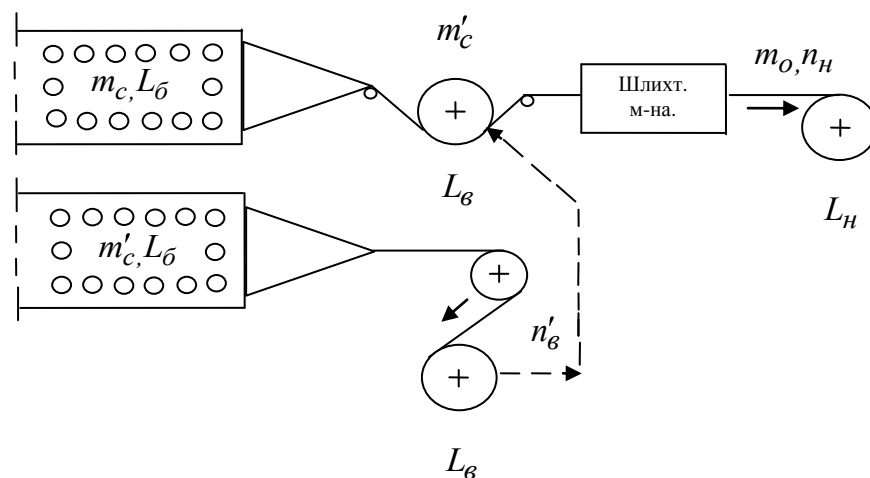


Рисунок 1. Структурная схема сокращенной технологии

На рисунке обозначено:  $L_o, L_g, L_n$  - длина нитей соответственно на бобине, сновальном валу и ткацком навое;  $m'_c, m_c, m_o$  - соответственно число нитей на сновальном валу, в шпулярнике агрегата и на ткацком навое;  $n_n, n'_g$  - число ткацких навоев и сновальных валов, получаемых из ставки бобин, установленных соответственно в шпулярниках агрегата и сновальной машины.

Согласно рисунку 1 проценты присутствия  $\delta_{сн}$  и сокращения  $\delta_{сокp}$  процесса снования по сравнению с обычной (классической) технологией выражается формулами:

$$\delta_{сн} = \frac{m'_c}{m_o} \cdot 100, \quad (1) \quad \delta_{сокp} = \frac{m_c}{m_o} \cdot 100. \quad (2)$$

$$\text{Поскольку } m_c + m'_c = m_o, \quad (3), \text{ имеем: } \delta_{сн} + \delta_{сокp} = 100 \%. \quad (4)$$

Полученные выражения показывают, что с целью большего сокращения процесса снования нужно уменьшать число  $m'_c$  нитей на сновальном валу (в шпулярнике сновальной машины). Однако при этом:

- возрастает число  $m_c$  нитей в шпулярнике агрегата, которое не должно превышать определенной допустимой емкости  $K_{дон}$  шпулярника, чтобы не создавать неудобства в обслуживании и снижение производительности процесса;

- уменьшается расстояние между соседними нитями при сновании, которое для предотвращения чрезмерной бугристости намотки пряжи на сновальном валу не должно превышать некоторой величины  $\delta_{max}$ .

Вытекающие отсюда условия:

$$m_c \leq K_{дон}, \quad (5) \quad m'_c \geq \frac{H_g}{\delta_{max}}, \quad (6)$$

где  $H_g$  - рассадка фланцев сновального вала, ограничивают применение сокращенной технологии неравенствами:

$$\delta_{сн} \geq \frac{100 H_g}{\delta_{max} m_o}, \quad (7) \quad \text{и} \quad \delta_{сокp} \leq 100 \left( 1 - \frac{H_g}{\delta_{max} m_o} \right), \quad (8)$$

в результате чего число нитей на ткацком навое не может быть больше определенной величины:

$$m_o \leq K_{дон} / 0,01 \delta_{сокp}. \quad (9)$$

С учетом указанных ограничений предложена методика расчета числа нитей в шпулярниках агрегата и сновальной машины ( $m_c$  и  $m'_c$ ) для заданного количества нитей на ткацком навое в зависимости от степени сокращения процесса партионного снования. Графики, рассчитанные с применением указанной методики (при  $H_g = 1400$  и  $\delta_{max} = 5$  мм), приведены на рисунке 2, который можно рассматривать в качестве номограммы. Из рисунка видно, например, что емкость шпулярника на агрегате в 1000 бобин обеспечит сокращение процесса снования на 50 % и более, если число нитей на ткацком навое будет  $m_o \leq 2000$ . При большем числе  $m_o$  нитей существенно возрастает емкость шпулярника агрегата, что усложняет его обслуживание.

Таким образом, ассортимент вырабатываемых тканей при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата ограничивается числом нитей на ткацком навое  $m_o = 2000$ , что при ширине заправки ткацкого станка  $B_3 \geq 90$  см соответствует плотности ткани по основе  $P_o \leq 220$  нит./дм.



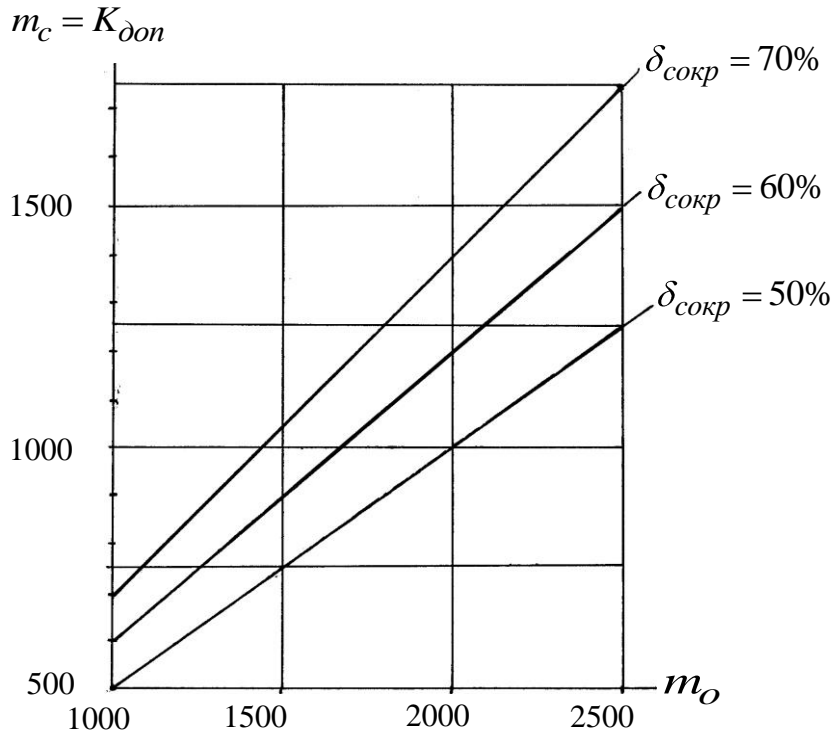


Рисунок 2. Зависимость числа нитей  $m_c$  от  $m_o$  при разной степени сокращения процесса снования

С учетом ограничений на допустимую емкость шпулярника агрегата данная технология может быть использована при выработке тканей в одно полотно с двух ткацких навоев на современных отечественных ткацких станках типа СТБУ и станках передовых зарубежных фирм: «Sulzer-Ruti», «Dornier», «Picanol» и других. Приведены примеры таких станков с максимальной шириной заправки ткани по берду от 220 до 280 см. При этом за счет увеличения вдвое количества нитей основы возрастет и ассортимент вырабатываемых тканей по сокращенной технологии. Возможность формировать сновальные валы для сновально-шлихтовального агрегата из нитей, отличных от нитей на бобинах шпулярника, также позволяет существенно расширить ассортимент вырабатываемых тканей.

При подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата число  $n_H$  ткацких навоев, получаемых из ставки  $m_c$  бобин шпулярника агрегата, должно быть целым, также как из длины  $L_B$  нитей на сновальном валу должно получаться целое число  $n'_H$  ткацких навоев. Отсюда условия сопряженности паковок имеют вид:

$$n_H = \frac{L_B}{L_H} = k, \quad (10)$$

$$n'_H = \frac{L_B}{L_H} = k_1, \quad (11)$$

где  $k$  и  $k_1$  - целые числа,

$n_B$  - число сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин на агрегате:

$$n_B = \frac{n_H}{n'_H} = \frac{k}{k_1}. \quad (12)$$

Исходя из условий (10) и (11) разработана общая методика расчета сопряженности паковок, включающая в себя два возможных способа расчета. Первый способ применим в случае, когда величина  $n_B$ , подсчитанная по формуле (12), будет дробным числом. Если же  $n_B$  будет целым числом, применяется второй способ расчета сопряженности паковок. Показано, что в первом способе расчета важное значение имеет порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов, поочередно срабатываемых на стойке агрегата при разных ставках бобин. Предложена методика составления таблицы смены сновальных валов, характерной особенностью которой является наличие периода (или раппорта) ставок. Он представляет собой количество  $\Pi_{cm}$  ставок бобин, после которого порядок наработки ткацких навоев со сновальных валов на

агрегате повторяется. Получены формулы для расчета периода ставок  $\Pi_{cm}$ , количества  $N_H$  наработанных за этот период ткацких навоев и числа  $N_B$  сработанных сновальных валов:

$$\Pi_{cm} = \frac{N_H}{k}, \quad (13) \quad N_H = OHK(k, k_1), \quad (14) \quad N_B = \frac{N_H}{k_1}. \quad (15)$$

Во втором способе расчета период ставок  $\Pi_{cm} = 1$ , а количество  $n_B$  сновальных валов, сработанных с каждой ставки бобин на агрегате, равно числу  $n'_B$  валов, наработанных со ставки сновальной машины.

Предложенная методика расчета сопряженности паковок опробована нами в случаях подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате к выработке двух видов хлопчатобумажных тканей: бязь арт. 299 и марля арт. 6498. Результаты расчетов представлены в диссертации в виде итоговой таблицы.

*Третий раздел диссертации посвящен разработке технологических параметров сновально-шлихтовального агрегата.*

Для определения скорости  $U$  шлихтования хлопчатобумажной пряжи на машине ШБ-11/140, входящей в состав сновально-шлихтовального агрегата, впервые с применением экспериментальной номограммы получены расчетные формулы испарительной способности  $Q$  сушильного аппарата:

$$\bar{Q} = a + b \cdot (P \cdot 10^{-5}), \text{ кг/ч}, \quad (16)$$

где  $P$  - среднее избыточное давление пара в сушильных барабанах, Па;

$$a = 75 + 1,7 \cdot b, \text{ кг/ч}; \quad (17) \quad b = 9,57 + 1,56 \cdot T_o - 0,01 \cdot T_o^2, \text{ кг/(Па} \cdot \text{ч)}; \quad (18)$$

$T_o$  - фактическая линейная плотность пряжи, текс;

$10 \leq T_o \leq 50$  текс,  $1 \cdot 10^5 \leq P \leq 5 \cdot 10^5$  Па,  $2000 \leq m_b \leq 5000$  нитей.

Показано, что испарительная способность сушильного аппарата в большей мере зависит от давления пара в сушильных барабанах и линейной плотности шлихтуемой пряжи и в меньшей степени – от числа нитей в основе.

После определения величины  $Q$ , скорость шлихтования, равная скорости процесса на сновально-шлихтовальном агрегате, рассчитывается по известной формуле, содержащей влажность пряжи  $W_o$  после отжима и  $W_{шл}$  после сушки.

В свою очередь,

$$W_o = (C_o + W_m - \Pi_u) / (1 + 0,01 \cdot \Pi_u), \quad (19)$$

где  $W_m$ ,  $C_o$  - соответственно влажность мягкой (нешлихтованной) пряжи и степень отжима пряжи, %;  $\Pi_u$  - истинный приклей, %.

При проектировании технологического процесса параметры  $W_m$ ,  $W_{шл}$ ,  $C_o$  и  $\Pi_u$  для данного вида пряжи и оборудования принимают на основе многолетней практики по специальной справочной литературе.

В нашем случае  $W_m = 7$  %,  $W_{шл} = 8$  %,  $C_o = 90$  %, а истинный приклей по крахмалу  $\Pi_u = 3,3$  % (для ткани бязь) и  $\Pi_u = 1,4$  % (для ткани марля). Условия сушки пряжи и рассчитанные по указанным формулам скорости процесса на сновально-шлихтовальном агрегате приведены в таблице 1.

Скорость сматывания нитей с бобин шпулярика сновально-шлихтовального агрегата в 6 - 8 раз меньше скорости процесса партионного снования. Поэтому практический интерес представляет экспериментальное исследование натяжения нити, сматывающейся со шпулярика при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

Таблица 1. Параметры сушки пряжи

Наименование ткани	$m_o$	$T_o$ , текс	$n_o$	$P$ , Па	$Q$ , кг/ч	$v$ , м/мин
Бязь арт. 299	1988	42	11	$2,5 \cdot 10^5$	316,29	75
Марля арт. 6498	1098	20	5	$3,0 \cdot 10^5$	112,64	95

Примечание. При подготовке основ к выработке ткани марля предлагается использовать не  $n_o = 11$ , а  $n_o = 5$  сушильных барабанов. В соответствии с этим пропорционально скорректированы величины параметров  $Q$  и  $v$ .

В работе использовался полный факторный эксперимент ПФЭ<sup>3</sup> и были включены три наиболее существенных фактора, обозначение и наименование которых, их уровни и интервалы варьирования указаны в таблице 2.

Таблица 2. Факторы, их уровни и интервалы варьирования

Обозначение и наименование факторов	Уровни варьирования $X_i$			Интервалы варьирования $J_i$
	-1	0	+1	
$X_1$ - скорость сматывания, м/мин	80	100	120	20
$X_2$ - диаметр бобины, мм	80	150	220	70
$X_3$ - вес шайб в натяжном приборе, сН	9	18	27	9

Эксперимент проводился с хлопчатобумажной пряжей двух подходящих линейных плотностей 18,5 и 42 текс, используемых для выработки исследуемых артикулов тканей.

Функциональная схема экспериментального стенда приведена на рисунке 3.

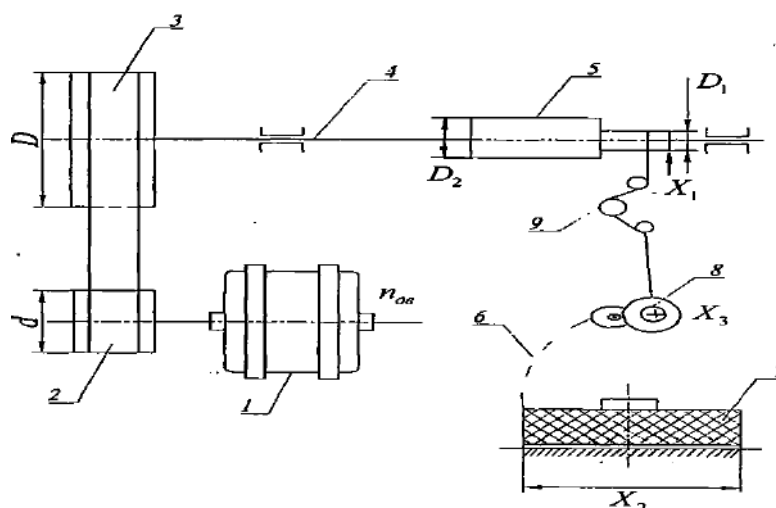


Рисунок 3. Схема экспериментального стенда

Стенд включает в себя имеющиеся на мотальной машине боковой электродвигатель 1, ведущий и ведомый шкивы 2 и 3 клиноременной передачи, вал 4 мотальных барабанчиков. Вместо последнего (крайнего) мотального барабанчика на машине был установлен цилиндрический двухступенчатый наматывающий блок 5 с различными диаметрами  $D_1$  и  $D_2$ , позволяющими

достигать разных показателей линейных скоростей сматывания нити с бобины 7.

Нить 6, сматываемая с бобины 7, проходит через шайбовый натяжной прибор 8, датчик 9 измерителя натяжения и наматывается на одну из цилиндрических поверхностей (диаметром  $D_1$  или  $D_2$ ) наматывающего блока 5.

Измерение натяжения движущейся нити производилось цифровым переносным прибором МТ311 ЗАО «Метротекс» с относительной погрешностью измерения 2 %. Для записи значений натяжения нами предложено электротензометрическое устройство, защищенное патентом на полезную модель № 64637.

Воспроизводимость эксперимента проверялась по критерию Кохрена. В результате получены адекватные математические модели со значимыми коэффициентами:

- для пряжи 18,5 текс (при выработке марли):

$$Y = 13,250 + 1,375x_2 + 2,375x_3 - 1,625x_1x_2 + 2,125x_1x_3 - 1,250x_2x_3 + x_1x_2x_3, \quad (20)$$

- для пряжи 42 текс (при выработке бязи):

$$Y = 19,375 + 1,875x_2 + 2,875x_3 - 1,625x_1x_2 + 1,875x_1x_3 + 0,875x_1x_2x_3, \quad (21)$$

где факторы записаны в кодированном виде. Адекватность математических моделей проверялась по критерию Фишера, а незначимые коэффициенты в них с доверительной вероятностью  $P_0 = 0,95$  исключены с помощью критерия Стьюдента.

В диссертационной работе приведены контурные кривые для натяжения нити, построенные по уравнениям (20) и (21) при фиксированных скоростях процесса, указанных в таблице 1.

Анализ математических моделей и сечений поверхности отклика, приведенных в работе, показывает, что:

- как и следовало ожидать, с увеличением веса грузовых шайб в натяжном приборе натяжение нити, сматываемой с бобины, возрастает;

- с уменьшением диаметра бобины натяжение нити уменьшается, что можно объяснить возрастанием крутизны баллона (из-за увеличивающейся угловой скорости вращения нити в баллоне) и соответствующим снижением сил трения нити о боковую поверхность и торец цилиндрической бобины.

Полученные модели позволяют установить необходимый режим натяжения нитей, сматываемых с бобин шпулярика на агрегате (3 – 5 % от разрывной нагрузки). В нашем случае для пряжи линейной плотности 18,5 и 42 текс это составляет 10 и 20 сН/нить, что соответствует установке при среднем диаметре бобины шайбовой нагрузки в натяжных приборах 9 и 24 сН.

Условия сматывания нитей с бобин шпулярика и сновального вала существенно различаются между собой. Однако по условиям технологического процесса натяжение их у тянущего вала шлихтовальной машины должно быть одинаковым и постоянным в процессе сматывания. С целью поддержания величины натяжения нитей, сматываемых со сновального вала, и его автоматического выравнивания в процессе шлихтования предлагается использовать известное тормозное устройство.

В этом устройстве перемещение регулирующего рычага со щупом, прижимающимся к поверхности намотки в процессе сматывания, через валики, конические шестерни и блочки радиуса  $r$  ослабляет пружины динамометров тормозных лент, огибающих тормозные муфты, что ведет к постепенному растормаживанию сновального вала. Вследствие этого натяжение основы перед шлихтовальной коробкой поддерживается постоянным. Исходя из условия, при котором натяжение нитей, идущих со сновального вала, было одинаковым с натяжением нитей, одновременно сматываемых с бобин шпулярика агрегата, предложена методика расчета параметров настройки тормоза. Разработан алгоритм расчета технологических параметров процесса проклеивания пряжи шлихтой.

Впервые предложена технологическая карта подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате и для исследуемых артикулов тканей (марля арт. 6498 и бязь арт. 299)

составлены рецепты шликты с учетом необходимой увязки величины истинного приклея пряжи, степени отжима и концентрации шликты по сухому остатку.

**В четвертом разделе** представлена методика расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата.

Для проектирования и организации сокращенной технологии представляет интерес нормирование и расчет производительности агрегата. Поэтому, для определения суммарного времени  $T_a$  простоев сновально-шлихтовального агрегата по группе «А» в таблице 3 указаны операции его обслуживания и соответствующие формулы расчета времени каждой операции.

Таблица 3. Операции обслуживания и их нормирование на сновально-шлихтовальном агрегате

Операции обслуживания	Формулы для определения времени обслуживания в расчете на один ткацкий навой, с
1	2
1. Смена ставки бобин	$t'_1 = \frac{t_{сб} m_c}{n_{см} n_H}$ , где $t_{сб}$ - время смены одной бобины
2. Установка сновального вала на стойку	$t_2 = t_{ус} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{ус}$ - время установки сновального вала на стойку
3. Снятие сновального вала со стойки	$t_3 = t_{сс} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{сс}$ - время снятия сновального вала со стойки
4. Закрепление и выравнивание сновального вала	$t_4 = t_{зс} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{зс}$ - время закрепления и выравнивания сновального вала
5. Останов машины и выключение пара	$t_5 = t_{ом} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{ом}$ - время одного останова машины и включения пара
6. Включение и выключение системы торможения	$t_6 = t_{вт} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{вт}$ - время одного случая вкл. и выкл. системы торможения вала
7. Связывание концов нитей вновь заправленного сновального вала с остальными нитями	$t_7 = t_c \cdot \frac{n_г}{n_H} = (0,1746 \cdot m'_c + 462,48) \cdot \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_c$ - время связывания нитей одного вала
8. Подъем и опускание погружающего вала	$t_8 = t_{но} \cdot \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{но}$ - время одного случая подъема и опускания погружающего вала
9. Сброс и подача давления на отжимные валы	$t_9 = t_{сн} \frac{n_г}{n_H}$ , где $t_{сн}$ - время одного случая сброса и подачи давления на отжимные валы

Окончание таблицы 3

1	2
10. Подъем и опускание отжимных валов	$t_{10} = t_o \cdot \frac{n_6}{n_n}$ , где $t_o$ - время подъема и опускания отжимных валов
11. Съём наработанного ткацкого навоя	$t_{11} = t_{сн}$ , где $t_{сн}$ - время съема наработанного ткацкого навоя
12. Заправка нового навоя	$t_{12} = t_{зн}$ , где $t_{зн}$ - время заправки ткацкого навоя
13. Пропускание узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу)	$t_{13} = t_{ny} \cdot \frac{n_6}{n_n}$ , где $t_{ny}$ - время пропускания узлов от сновального вала до ткацкого навоя (на тихом ходу)
14. Прокладывание ценового шнура и ценового прутка	$t_{14} = t_{nc} \frac{n_6}{n_n}$ , где $t_{nc}$ - время одного случая прокладки ценов. шнура и ценов. прутка
15. Раскладывание нитей в рядок	$t_{15} = \frac{m'_c n_6}{1000 n_n} t_{pp}$ , где $t_{pp}$ - время раскладывания 1000 нитей в рядок.
16. Ликвидация обрывов нитей в шпулярнике агрегата	$t_{16} = \bar{t} \mathcal{Q}_{um}$ , где $\bar{t}$ - среднее время ликвидации обрыва нити в шпулярнике
17. Срезание хомутов	$t_{17} = t_x \mathcal{Q}_x$ , где $t_x$ - время одного случая срезания хомутов
18. Ликвидация обрыва основы на шлихтовальной машине агрегата	$t_{18} = t_{om} \mathcal{Q}_{um}$ , где $t_{om}$ - время ликвидации обрыва нити на шлихтовальной машине
19. Включение пара и пуск машины	$t_{19} = t_{nm} \frac{n_6}{n_n}$ , где $t_{nm}$ - время одного пуска машины и вкл. пара

Примечание:  $n_{cm}$  - число ставильщиц;  $\mathcal{Q}_{um}$ ,  $\mathcal{Q}_x$  и  $\mathcal{Q}_{om}$  - количество обрывов нитей в шпулярнике агрегата, число хомутов и количество обрывов на шлихтовальной машине при наработке ткацкого навоя, рассчитываемые по соответствующим показателям  $\mathcal{Q}_{om}$ ,  $\mathcal{Q}'_x$  и  $\mathcal{Q}_{om}$ , приходящимся на 1 млн. м одиночной нити; формула в п. 7 получена из условия нормирования узловязальной машины; в п. 13  $t_{ny} = 60 \cdot l_{ny} / v_{mx}$ , где  $l_{ny}$  - длина нитей от сновального вала до ткацкого навоя,  $v_{mx}$  - скорость тихого хода шлихтовальной машины, м/с; в п. 16 для любого значения  $m_c$  получено:  $\bar{t} = 35,7 + 0,1 m_c / b$ , с, где  $b$  - число бобин в вертикальном ряду шпулярника.

Согласно таблице 3 общее время  $T_a$  при нормативных параметрах  $t_{yc}$ ,  $t_{gm}$ ,  $t_{nc}$  и других получено в виде:

$$T_a = A_1 m_c + A_2 m_c^2 + A_3 m'_c + A_4 m'_c{}^2 + A_5, \quad (22)$$

$$\text{где } A_1 = \frac{t_{c\bar{o}}}{n_{cm} K_c m_o} + 35,7 \cdot 10^{-6} L_H \Psi_{ouu}; \quad (23) \quad A_2 = \frac{0,1}{b} L_H \Psi_{ouu} \cdot 10^{-6}; \quad (24)$$

$$A_3 = \frac{T_1 + 462,48}{K_{Ic} m_o} + L_H \Psi'_x t_x \cdot 10^{-6}; \quad (25) \quad A_4 = \frac{0,1746 + 10^{-3} t_{pp}}{K_{Ic} m_o}; \quad (26)$$

$$A_5 = L_H \Psi_{om} t_{ouu} m_o \cdot 10^{-6} + t_{cn} + t_{3n}; \quad (27)$$

$$K_1 = G_{bc} / G_H; \quad (28) \quad K = G_{bc}^a / G_H. \quad (29)$$

Здесь  $G_H$ ,  $G_{bc}$ ,  $G_{bc}^a$  - сопряженные массы пряжи на ткацком навое, сновальном валу и на бобине сновально-шлихтовального агрегата.

Фактическая производительность сновально-шлихтовального агрегата (в навоях за смену) определяется по известной формуле:

$$P_a = T_{cm} - T_{\bar{o}} / T_m + T_a, \quad (30)$$

где  $T_{cm}$  - длительность рабочей смены;  $T_{\bar{o}}$  - простои по группе «Б», не зависящие от количества выработанной продукции;  $T_a$  - простои, рассчитываемые по формуле (22);  $T_m$  - машинное время наработки ткацкого навоя:

$$T_m = \frac{L_H}{v} \cdot 60, \text{ с.} \quad (31)$$

По приведенным формулам рассмотрен расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата при подготовке основ для выработки бязи арт. 299 и марли арт. 6498. В итоге получено: в первом случае (ткань бязь)  $P_a = 17,75$  навоев в смену и  $KPB_a = 0,578$ ; во втором случае (ткань марля)  $P_a = 5,70$  навоя в смену и  $KPB = 0,750$ .

В работе предложена методика определения оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате, обеспечивающей его наибольшую производительность. С этой целью выражение (22) представлено в виде:

$$T_a = am_c^2 + bm_c + c, \text{ с.} \quad (32)$$

$$\text{где } a = A_2 + A_4, \quad (33) \quad b = A_1 - A_3 - 2A_4 m_o; \quad (34)$$

$$c = A_4 m_o^2 + A_3 m_o + A_5. \quad (35)$$

Поскольку числитель выражения (30) и величина  $T_m$  не зависят от величины ставки бобин в шпулярнике агрегата, фактическая производительность  $P_a$  будет максимальна, когда величина  $T_a$  примет минимальное значение. Исследование на экстремум уравнения параболы (32) показывает, что оптимальная ставка бобин агрегата рассчитывается по формуле:

$$m_c^* = \frac{2A_4 m_o + A_3 - A_1}{2(A_2 + A_4)}. \quad (36)$$

Однако эта формула применима лишь при выполнении условия:

$$m_o > \frac{G_{\bar{o}}}{\tau_1} \left( \frac{t_{c\bar{o}}}{n_{cm} G_{\bar{o}}} + \frac{\tau_3}{T_o} \right) - \frac{\tau_2}{\tau_1}, \quad (37)$$

где  $\tau_1 = 0,3492 + 2 \cdot 10^{-3} t_{pp}$ ;  $\tau_2 = T_1 + 462,48$ ;  $\tau_3 = 35,7 C_{om} - C'_x t_x$ ; (38)

$T_1$  - сумма некоторых постоянных нормативов (см. табл. 3).

Если условие (37) не выполняется, то в качестве оптимальной выбирают ставку бобин внутри интервала  $K_{min} \leq m_c \leq m_o - \frac{H_v}{\delta_{max}}$ .

Предложенная методика расчета и оптимизация производительности сновально-шлихтовального агрегата опробовано нами при подготовке основ к выработке двух артикулов хлопчатобумажных тканей.

В соответствии с расчетами на рисунке 4 построены графики изменения производительности и времени простоев по группе «А» сновально-шлихтовального агрегата.

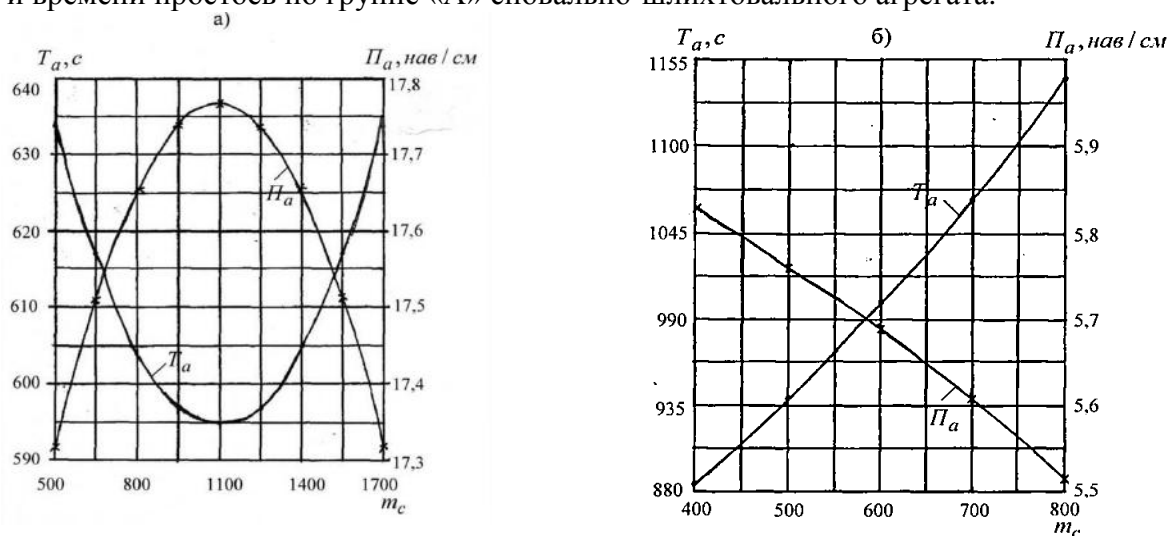


Рисунок 4. Оптимизация производительности сновально-шлихтовального агрегата: а - для ткани бязь арт. 299; б - для ткани марля арт. 6498

В первом случае оптимизации условие (37) выполнено ( $m_c^* = 1100$  бобин), а во втором – не выполнено (в качестве  $m_c^*$  принято 400 бобин).

В любом случае оптимизация производительности сновально-шлихтовального агрегата должна учитывать сопряженность паковок, определяемую по методике, приведенной разделе 2, и обеспечиваться при максимально возможном сокращении процесса снования по сравнению с классической технологией подготовки основ к ткачеству.

**Пятый раздел посвящен сравнительному анализу применения сокращенной и традиционной технологии подготовки основ.**

Для сокращенной технологии разработана методика расчета сопряженности оборудования, позволяющая определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;
- количество ткацких станков для полной загрузки одной сновальной машины.

На примере подготовки основ к выработке двух тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 при двухсменном графике работы выявлено 4 наиболее характерных сопряженных варианта работы оборудования по сокращенной технологии:

- одна сновальная машина загружена полностью в две смены (вариант I) или в одну смену (вариант II);
- один сновально-шлихтовальный агрегат загружен полностью в две смены (вариант III),



или он загружен в одну смену (вариант IV).

Для сравнительного анализа подготовки основ по традиционной и сокращенной технологиям впервые введено понятие эквивалентных режимов работы оборудования, когда в обеих технологиях обеспечивается выработка одного и того же вида ткани при полной загрузке равного количества однотипных ткацких станков. Установлено, что наиболее благоприятным эквивалентным режимом является вариант I, когда при сокращенной технологии установлена 1 сновальная машина, полностью загруженная по двухсменному графику обслуживания соответствующего количества сновально-шлихтовальных агрегатов. Этот случай представлен в таблице 4 для подготовке основ при выработки тканей бязь и марля.

Таблица 4. Потребность оборудования при сокращенной и традиционной технологии подготовки основ к ткачеству

Вид оборудования	Количество оборудования	
	Сокращенная технология	Традиционная технология
Подготовка основы для ткани Бязь арт. 299		
Сновальная машина	1	3
Сновально-шлихтовальный агрегат	4	-
Шлихтовальная машина	-	4
Ткацкий станок пневмореперный	805	805
Подготовка основы для ткани Марля арт. 6498		
Сновальная машина	1	3
Сновально-шлихтовальный агрегат	4	-
Шлихтовальная машина	-	4
Ткацкий станок пневматический	630	630

Разработана методика расчета отходов пряжи  $Y_{сокр}$  на сновально-шлихтовальном агрегате. Показано, что эти отходы складываются из отходов  $Y_{шп}$  со шпулярика агрегата, отходов  $Y_{сн}$  при подготовке валов на сновальной машине и отходов  $Y_e$  от связывания нитей при смене сновального вала с учетом протаскивания узлов нитей после смены ставки бобин в шпулярике агрегата:

$$Y_{сокр} = Y_{сн} + Y_e + 0,01 \cdot \delta_{сокр} (Y_{шп} - Y_{сн} - Y_e). \quad (39)$$

Расчеты показывают, что применение сновально-шлихтовальных агрегатов при сокращенной технологии подготовки основ позволяет значительно снизить отходы пряжи по сравнению с классической технологией: в случае выработки ткани бязь арт. 299 они сокращаются почти в 4 раза, а при выработке ткани марля арт. 6498 – в 6 раз.

Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов обусловлена за счет уменьшения количества сновальных машин, сокращения числа сновальщиц, а также экономии сырья на отходах. Согласно приведенной оценке ожидаемый годовой экономический эффект при исходных данных таблицы 4 составляет: при подготовке основы для ткани бязь 894618 рублей, а для ткани марля – 511334 рубля.

### Итоги выполненного исследования

1. Анализ состояния проблемы создания сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству с применением сновально-шлихтовальных агрегатов показал следующее:

- сновально-шлихтовальный агрегат реализует при определенных условиях наиболее предпочтительный способ агрегирования шлихтовальной машины со шпуляриком, так как за

счет включения в него сновального вала решается компромиссная задача не полного, а частичного сокращения процесса партионного снования. Агрегат сочетает в себе элементы обычной (классической) и новой (сокращенной) технологий подготовки основ к ткачеству;

- ассортиментные возможности сновально-шлихтовального агрегата ограничиваются выработкой тканей с плотностью  $P_o \leq 220 - 240$  нит./дм, ширина полотна основы которых содержит до 2000 нитей на однонавойных и до 4000 нитей на двухнавойных ткацких станках;

- наличие сновального вала в агрегате позволяет уменьшить глубину шпулярника, а также существенно снизить отходы пряжи по сравнению с обычной (классической) технологией. Однако широкие исследования данного сновально-шлихтовального агрегата не проводились. Отсутствуют методики определения его технологических режимов, организационных условий применения сокращенной технологии и обоснование наиболее эффективных вариантов ее применения.

2. В данной работе предложена технологическая схема практической реализации сновально-шлихтовального агрегата и определены рабочие операции по его обслуживанию. Получены расчетные формулы для оценки величины сокращения процесса партионного снования. Показано, что процент этого сокращения зависит от сопряженного числа нитей на паковках и ограничивается допустимой емкостью шпулярника на агрегате и чрезмерной бугристостью намотки сновального вала.

3. Предложены условия сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате, предусматривающие наработку из ставки бобин шпулярника и длины нитей на сновальном валу соответствующего целого числа ткацких навоев. Разработана общая методика расчета сопряженности паковок, включающая в себя два возможных расчета, в зависимости от количества сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин,

4. В первом способе расчета сопряженности паковок (когда количество сновальных валов, срабатываемых со ставкой бобин агрегата, будет дробным числом) предложена методика составления таблицы (технологической карты) смены сновальных валов. Определено, что характерной особенностью этой таблицы является наличие периода (раппорта) ставок. Получены формулы для расчета периода ставок, количества наработанных за этот период ткацких навоев и сработанных сновальных валов.

5. С использованием экспериментальной номограммы впервые получены расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате.

6. Скорость сматывания нитей с бобин шпулярника, равная скорости процесса подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате, в 6 - 8 раз меньше скорости снования. В этих условиях для исследуемых видов пряжи на экспериментальном стенде получены адекватные математические модели для натяжения нитей, позволяющие определять величину шайбовой нагрузки в натяжном приборе шпулярника агрегата, необходимую для создания рекомендуемого натяжения нити при заданной скорости процесса.

7. Для поддержания постоянным натяжения нитей, сматывающихся со сновального вала, постоянным и равным натяжению нитей, идущих с бобин шпулярника агрегата, предложено использовать специальное тормозное устройство. Разработана методика расчета параметров его настройки.

8. Получена методика расчета отходов пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате.

9. Разработана методика расчета и оптимизации производительности сновально-шлихтовального агрегата, содержащая:

- расчетные формулы для определения времени обслуживания каждой операции на агрегате при наработке ткацкого навоя и общую формулу для расчета производительности агрегата;
- условия оптимизации и порядок расчета оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

10. Разработана методика расчета сопряженности оборудования при подготовке основ по сокращенной технологии на сновально-шлихтовальном агрегате, которая позволяет определять:

- количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной, и число ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом;

- количество ткацких станков, необходимых для полной загрузки одной сновальной машины;

- условия наиболее эффективного использования сновально-шлихтовальных агрегатов по сравнению с традиционной (классической) технологией подготовки основ к ткачеству.

11. Разработанные в диссертации общие методики расчета параметров и анализ сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству, а также обоснование ее эффективности рассмотрено на примере выработки хлопчатобумажных тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 в условиях базового предприятия ОАО «Навтекс» (Ивановская обл.).

12. Экономическая эффективность от использования сновально-шлихтовальных агрегатов образуется за счет уменьшения количества сновальных машин, сокращения числа сновальщиц, а также экономии (в 4 -6 раз) сырья на отходах. Ожидаемый экономический эффект от использования одного из благоприятных вариантов применения сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству для исследуемых артикулов тканей составляет: при подготовке основ для выработки ткани бязь арт. 299 – 894618 рублей, а для ткани марля арт. 6498 – 511334 рубля. Результаты исследований внедрены в учебный процесс кафедры технологии и проектирования текстильных изделий текстильного института ИВГПУ.

### **Рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы**

Проведенные исследования могут служить основой для составления технологического задания на проектирование опытно-промышленного образца сновально-шлихтовального агрегата.

С учетом ограничений на допустимую максимальную емкость шпулярника агрегата данная технология может быть использована при выработке тканей с увеличенным количеством нитей в основе с двух ткацких навоев современных ткацких станков, например, бесчелночных типа СТБУ и станков передовых зарубежных фирм: «Sulzer-Ruti» (Швейцария), «Dornier» (Германия), «Picanol» (Бельгия) и других, у которых максимальная ширина заправки ткани по берду находится в пределах от 220 до 280 см. Возможность формировать сновальные валы для сновально-шлихтовального агрегата из нитей, отличных от нитей на бобинах шпулярника, позволяет существенно расширить ассортимент вырабатываемых тканей.

Предложенные технологические и технические решения могут быть использованы технологами для реализации сокращенной технологии подготовки пряжи к ткачеству, а также конструкторами при создании промышленных образцов сновально-шлихтовальных агрегатов.

В реализации указанных рекомендаций заключаются перспективы дальнейшей разработки данной темы.

### **Основные научные публикации по теме диссертационного исследования**

1. Смирнова, Т.В. Анализ различных технологических схем сновально-шлихтовальных агрегатов / Т. В. Смирнова, В.Л. Маховер, А.Д. Ефремов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. - №1. - С. 39 – 43 (лично автором 2,5 с).

2. Смирнова, Т.В. Расчет сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. - №4. - С. 49 – 52 (лично автором 2 с).

3. Маховер, В.Л. Расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи/ В.Л. Маховер, Г.С. Зарубина, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. -2009. - №4.-С.51-54 (лично автором 1 с).

4. Сабитова, Л.В. Влияние многократной перемотки нитей основы на их физико-механические свойства / Л.В. Сабитова, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2009, -№ 5.-С. 43-46 (лично автором 2 с).

5. Смирнова, Т.В. Оценка величины сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2012, -№ 1.-С. 63-66 (лично автором 2 с).

6. Маховер, В.Л. Анализ условий сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / В.Л. Маховер, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2012. - № 2.- С. 62-65 (лично автором 2 с).

7. Смирнова, Т.В. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2012. - №3.- С. 56-59 (лично автором 2 с).

8. Маховер, В.Л. Определение оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / В.Л. Маховер, Т.В. Смирнова // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2012. - №5. - С. 70-73 (лично автором 2 с).

9. Смирнова, Т.В. Определение режимов работы и количества сопряженного оборудования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2013.-№1.- С. 70-73 (лично автором 2 с).

10. Смирнова, Т.В. Методика расчета сопряженности паковок сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова // Информационная среда вуза: сб. материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА.- Иваново, 2014. - С. 290-292.

11. Денисова (Смирнова), Т.В. Технологический процесс выработки марли с применением сновально-шлихтовального агрегата / Т.В. Денисова (Смирнова), В.Л. Маховер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск – 2006): сборник материалов межвуз. научно-техн. конф. аспирантов и студентов / ИГТА. – Иваново, 2006. –С. 78-79.

12. Смирнова, Т.В. Аналитический обзор различных технологических схем сновально-шлихтовальных агрегатов / Т.В. Смирнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2007): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 2007. – Ч. 1. - С. 35-36.

13.Смирнова, Т.В. Условия сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2008): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 2008. –С. 35-36 (лично автором 1,5с).

14. Смирнова, Т.В. Особенности обслуживания сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2009): сборник материалов межвузовской научно-техн. конф. аспирантов и студ.– Иваново, 2009.- Ч. 1. - С. 65-66 (лично автором 1,5 с).

15. Смирнова, Т.В. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль – 2009): сб. материалов междунар. научно-техн. конф. / МГТУ им. Косыгина.- М., 2009.- С. 92-93.

16. Смирнова, Т.В. Технология подготовки пряжи на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова //Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (Текстиль-2010): сб. материалов Всероссийской научно-техн. конф. / ДИТиД. - Димитровград, 2010.- С. 185-186.

17. Смирнова, Т.В. Нормализация режима натяжения нитей на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2010): сб. материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА.- Иваново, 2010. - С. 32-33.

18. Смирнова, Т.В. Анализ количества отходов пряжи при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата конструкции ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Инновации молодежной науки: сб. научных трудов всероссийской научной конф. в 4 ч. Ч.4/СПбГУТиД. – СПб, 2011. - С. 240-241 (лично автором 1,5 с).

19. Смирнова, Т.В. Оптимизация величины ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2012): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. - Иваново, 2012.- Ч. 1.- С. 32-33 (лично автором 1,5 с).

20. Смирнова, Т.В. Исследование натяжения нити при сматывании ее с бобины шпулярика на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА / Т.В. Смирнова, В.Л. Маховер // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск – 2014): сб. материалов междувуз. научно-техн. конф. аспирантов и студентов / ИВГПУ. - Иваново, 2014.- Ч. 1. - С. 39-40 (лично автором 1,5с).

21. Пат. 64637 Российская Федерация. Электротензометрическое устройство для измерения натяжения основной нити на ткацком станке / Сокерин Н.М., Денисова (Смирнова) Т.В., Комиссарова М.В., Максимов И.Г.- Оpubл. 10.07.2007, Бюл. № 19.

Подписано в печать 27.11.2015.

Формат 1/16 60×84. Плоская печать.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,11. Тираж 100экз. Заказ № 3556

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Издательский центр ДИВТ

153000 г. Иваново, Шереметевский проспект, 21